

Verfahren zur Herstellung eines Plankommutators
und nach diesem Verfahren hergestellter Kommutator

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Plankommutators gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie einen nach diesem Verfahren hergestellten Kommutator. Derartige Kommutatoren sind insbesondere bei Elektromotoren zum Antrieb einer Kraftstoffpumpe
5 einsetzbar, die aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnene Kraftstoffe pumpt.

Bei dem aus der WO 97/03486 bekannten Herstellverfahren wird aus einer durch Nuten vorsegmentierten Kupferplatte ein metallischer und
10 Segmenttragteile bildender topfförmiger Trägerkörper geformt und mit einer aus einer elektrisch isolierenden Formmasse gebildeten Nabe ausgespritzt. Anschließend wird der Trägerkörper auf seiner eine Anlagefläche für die kohlenstoffhaltige Ringscheibe bildenden Seite soweit abgetragen, daß die Segmenttragteile durch die mit Formmasse ausgefüllten Nuten elektrisch
15 voneinander getrennt sind. Dann wird die Ringscheibe aufgebracht und anschließend entsprechend der Segmentierung des Trägerkörpers in

Segmente geteilt, wobei die Trennschlitzte in den mit Preßmasse gefüllten Bereich der Nuten hineinragen.

5 Da nach dem bekannten Verfahren der Trägerkörper segmentiert wird, bevor die Ringscheibe aufgebracht wird, erfordert er die zusätzlichen Verfahrensschritte des Einbringens von Nuten in den Trägerkörper und das Abtragen des Trägerkörpers bis in den Bereich der Nuten. Außerdem muß das Teilen genau in dem Bereich der Nuten erfolgen, um die Resistenz gegen die reaktionsfördernde Umgebung zu gewährleisten.

10

Die DE 36 25 959 C2 zeigt einen Trommelkommutator und ein Verfahren zu dessen Herstellung, bei dem entweder auf einem Zylinder, der durch Einrollen einer aus einem Mutter- oder Grundmetall Kupfer bestehenden Grundplatte hergestellt wird, oder auf einem hohlzylindrischen Rohrstück 15 Schutzteile durch Plattieren mit einer Kupfer-Nickel- oder Silber-Nickel-Legierung aufgebracht werden, und zwar wenigstens an den Oberflächen, die mit den Bürsten in Kontakt kommen. Ferner wird das Muttermetall der Kommutatorsegmente an seiner Oberfläche durch elektrolytisches Plattieren (Spalte 13, Zeilen 16 und 17) mit einer Zinnplattierung versehen, um zu 20 vermeiden, dass der Kupferkörper einem Brennstoff wie Gasohol exponiert wird, um so eine Zersetzung des Brennstoffs zu verhindern. Als Gasohol ist dabei in der Patentschrift eine Mischung von bleifreiem Benzin und 10 bis 15 % Ethylalkohol bestimmt.

25 Die DE 44 35 884 C2 zeigt einen Kommutator für den Einsatz in Kraftstoffpumpen, mit über den Umfang des Kommutators angeordneten Lamellen, die mit einer Bürstenanordnung in Schleifkontakt stehen, aus einer verschleißfesten Kupfer-Magnesium-Legierung, wobei der Magnesium-Anteil der Lamellen zwischen 0,05 und 2,00 Masseprozent beträgt.

- Die DE 29 03 029 C2 zeigt u. a. ein Verfahren zur Herstellung eines Plankommutators, bei dem eine Kupferplatte mit einem scheibenförmigen Blatt aus gegen Benzin unempfindlichen Silber oder einer Silberlegierung aufgebracht wird, anschließend in regelmäßigen Abständen geschlitzt und abschließend die entblößten Kupferteile der Kommutatorlamellen mit einer galvanisch aufgetragenen, elektroplattierten Schicht aus Silber oder Zinn bedeckt werden.
- 5
- 10 Der Erfindung liegt daher das Problem zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung eines Plankommutators bereitzustellen, das die Nachteile des Standes der Technik überwindet, insbesondere kostengünstiger ist und dennoch eine ausreichende Resistenz der hergestellten Kommutatoren in einer reaktionsfördernden Umgebung gewährleistet. Darüber hinaus soll
- 15 die Beschichtung insbesondere in Hinterschneidungen und/oder durch das Teilen des Trägerkörpers eventuell vorhandene Nuten ausreichend dick, möglichst gleichmäßig und in jedem Fall eine zusammenhängende Schicht ergebend aufbringbar sein. Durch die Erfindung sollen darüber hinaus Elektromotoren zum Antrieb einer Pumpe für aus nachwachsenden
- 20 Rohstoffen gewonnene Kraftstoffe einsetzbar sein.

Das Problem ist durch das im Anspruch 1 bestimmte Verfahren sowie durch den in den nebengeordneten Ansprüchen bestimmten Kommutator und Elektromotor gelöst. Besondere Ausführungsarten der Erfindung sind in den

25 Unteransprüchen bestimmt.

Die durch das Teilen freiliegenden Flächen der metallischen Segmenttragteile werden mit einer gegen die reaktionsfördernde oder aggressive Umgebung resistenten Beschichtung abgedeckt. Die Resistenz

bezieht sich dabei insbesondere auf den Schutz des Trägerkörpers bzw. der Segmenttragteile und der Verbindung zur Ringscheibe vor Zersetzung und auf die elektrische Leitfähigkeit im Hinblick auf den Übergangswiderstand zwischen der von der Ringscheibe gebildeten Kommutatorlaufläche und dem zugehörigen Segmenttragteil bzw. zwischen diesem und der Kommutatorbürste sowie auf die Haftung der Beschichtung auf dem metallischen Segmenttragteil. Außerdem muß die Isolation zwischen den Segmenttragteilen gewährleistet sein. Die Segmenttragteile bestehen vorzugsweise im wesentlichen aus Kupfer und weisen eine hohe elektrische Leitfähigkeit und Duktilität auf. Der Trägerkörper wird beispielsweise aus einer ausgestanzten Kupferplatte hergestellt, die anschließend zu einem Topf verformt wird, und mit einer die Nabe bildenden Preßmasse ausgespritzt wird. Die insbesondere kohlenstoffhaltige Ringscheibe ist in der reaktionsfördernden Umgebung, beispielsweise in einer kohlenwasserstoffhaltigen Flüssigkeit, resistent. Das Teilen der Ringscheibe und/oder des Trägerkörpers erfolgt vorzugsweise durch Trennschleifen, Sägen oder Laserbearbeiten.

Dadurch, daß der Trägerkörper nach dem Verbinden mit der Ringscheibe in Segmenttragteile geteilt wird, entfallen die Verfahrensschritte des Einbringens der Nuten und des Abtragens des Trägerkörpers.

Dadurch, daß das Teilen der Ringscheibe und des Trägerkörpers in einem Schritt erfolgt, ist das Herstellverfahren weiter vereinfacht. Alternativ hierzu kommt in Betracht, daß in einem ersten Schritt der zu einem Topf geformte und mit der Nabe versehene Trägerkörper durch erste Schlitze in Segmenttragteile geteilt wird, dann die Ringscheibe aufgebracht wird und anschließend die Ringscheibe durch zweite Schlitze in Ringsegmente geteilt wird, wobei die zweiten Schlitze vorzugsweise kleiner als die ersten

Schlitze sind und innerhalb der ersten Schlitze angeordnet sind.
Das Beschichten der durch das Teilen des Trägerkörpers freiliegenden
Flächen der Segmenttragteile kann vor oder nach dem Aufbringen der
Ringscheibe erfolgen. Soweit die Beschichtung vor dem Aufbringen der
5 Ringscheibe erfolgt, kann die aufgebrachte Schicht gleichzeitig als
Verbindungsschicht mit der Ringscheibe eingesetzt werden.

Dadurch, daß die Beschichtung durch Abscheiden erfolgt, kann
der metallische Trägerkörper mit beliebigen Werkstoffen beschichtet
10 werden. Es können sowohl chemische als auch physikalische und
gemischte Abscheideverfahren eingesetzt werden, beispielsweise
Abscheiden aus der Gasphase (Chemical Vapour Deposition, CVD),
gegebenenfalls plasma- oder laserunterstützt, Kathodenstrahlzerstäubung
(Sputtern), Bedampfen usw. Einen Überblick über mögliche
15 Abscheideverfahren gibt Vossen, Kern (Hrsg.): Thin film processes I und II,
1991.

Dadurch, daß das Abscheiden aus einer Lösung oder Suspension erfolgt,
kann eine große Anzahl von Kommutator-Elementen in einem Schritt und
20 damit kostengünstig und mit einer guten Bedeckung und Schichtqualität
beschichtet werden. Der Schichtwerkstoff ist dabei in vorzugsweise
ionischer Lösung oder Suspension und kann elektrolytisch (galvanisch) oder
stromlos auf den Segmenttragteilen abgeschieden werden.

25 Dadurch, daß das Abscheiden aus der Lösung oder Suspension stromlos
erfolgt, d. h. ohne Anlegen einer äußeren Spannung, ergibt sich eine gute
Bedeckung der Elemente auch an unzugänglichen Stellen, beispielsweise in
den durch das Teilen entstandenen Trennschlitzen. Temperatur und
Konzentration der Lösung oder Suspension sind dabei so gewählt, daß in

möglichst kurzer Zeit eine vollständige Bedeckung ausreichender Dicke gewährleistet ist.

- Dadurch, daß die Beschichtung selektiv nur auf den Flächen der
- 5 Segmenttragteile erfolgt, wird die Ringscheibe und insbesondere die Nabe nicht beschichtet, wodurch ein Ablösen der Schicht von diesen Stellen, beispielsweise aufgrund mangelnder Haftung, und die damit verbundenen Probleme beim späteren Betrieb des Kommutators verhindert werden. Die Selektivität der Abscheidung ist durch entsprechende Wahl der
- 10 Prozeßparameter beim Abscheiden, beispielsweise Abscheidetemperatur, Konzentration der Lösung oder Suspension, Abscheidedauer usw., in Abhängigkeit des abzuscheidenden Werkstoffes und/oder des zu beschichtenden Trägerkörpers einstellbar.
- 15 Dadurch, daß die Beschichtung mit Zinn, Silber oder Chrom erfolgt, ist auch mit kostengünstigen Werkstoffen eine gute Bedeckung und Haftung sowie eine ausreichende Resistenz insbesondere gegenüber aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnenen Kraftstoffen gewährleistet. Insbesondere Zinn bietet dabei gute Kontakteigenschaften, die auch für
- 20 das Verbinden der Wicklungsenden mit den Segmenttragteilen vorteilhaft ist.
- Dadurch, daß die Schichtdicke zwischen 0,1 und 10 μm beträgt, insbesondere zwischen 1 und 3 μm , ist eine sichere Bedeckung und gute
- 25 Haftung sowie ausreichende Resistenz gewährleistet. Diese Schichtdicken stellen sich insbesondere bei einem stromlosen Abscheiden aus einer Lösung oder Suspension nach verhältnismäßig kurzen Abscheidedauern ein und gewährleisten eine porenfreie Bedeckung des Trägerkörpers.

Dadurch, daß bei einem nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Kommutator die Nabe auch im Bereich der Teilung, insbesondere auf der der Kommutatorlaufläche abgewandten Seite der Segmenttragteile und/oder den sich an die durch das Teilen des Trägerkörpers freiliegenden Flächen anschließenden Flächen, an dem

5 Trägerkörper anliegt, ist auch in diesem Bereich eine sichere Abdeckung des metallischen Trägerkörpers gewährleistet, die eine Unterspülung des Trägerkörpers bzw. der Segmenttragteile in der reaktionsfördernden Umgebung zuverlässig verhindert.

10

Dadurch, daß die Nabe eine vollständige Abdeckung einer zylindrischen Begrenzungsfläche einer zentralen Bohrung des Trägerkörpers bildet, ist auch die zylindrische Innenseite des Trägerkörpers gegenüber der reaktionsfördernden Atmosphäre abgedeckt und die Resistenz des

15 Kommutators weiter erhöht.

Dadurch, daß die Beschichtung resistent gegen einen zu pumpenden Kraftstoff ist, können nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Kommutatoren auch in Kraftstoffpumpen eingesetzt werden. Dabei hat sich

20 insbesondere Zinn als Beschichtungswerkstoff resistent gegen aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnene Kraftstoffe erwiesen, wie beispielsweise auf Alkohol basierende Kraftstoffe oder aus Rapsöl gewonnene Dieseldkraftstoffe.

25 Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnungen mehrere Ausführungsbeispiele im einzelnen beschrieben sind. Dabei können die in den Ansprüchen und in

der Beschreibung erwähnten Merkmale jeweils einzeln für sich oder in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein.

- Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel des Herstellverfahrens,
5 Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel des Herstellverfahrens,
Fig. 3 zeigt eine Aufsicht auf einen segmentierten Kommutator,
Fig. 4 einen Schnitt IV-IV durch den Kommutator der Fig. 3,
Fig. 5 zeigt eine Ansicht des Kommutators der Fig. 3 aus V-V, und
Fig. 6 zeigt eine der Fig. 5 entsprechende Ansicht eines nach dem
10 Herstellverfahren gemäß Fig. 2 hergestellten Kommutators.

Die Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel des Herstellverfahrens. Aus einem Kupferblech wird eine Kupferplatine ausgestanzt 50, aus der anschließend ein topfförmiger Trägerkörper geformt 51 wird.

- 15 Die Bodenfläche des Topfes bildet dabei die Anlagefläche für die aufzubringende Ringscheibe. Die Bodenfläche ist dabei nicht vorsegmentiert, wogegen die zylindrische Mantelfläche des Topfes durch das Ausstanzen bereits segmentiert ist. Ebenso sind durch das Ausstanzen Haken-elemente für das Anbringen der Spulenwicklungen und in die Nabe
20 eingreifende Ankerelemente ausgebildet. Die Bildung der Nabe erfolgt durch Ausspritzen 52 des topfförmigen Trägerkörpers mittels einer elektrisch isolierenden und entsprechend den jeweiligen Anforderungen temperaturbeständigen Formmasse. Optional kann die Nabe und die Anlagefläche des Trägerkörpers bearbeitet werden 53, wobei
25 hinsichtlich der Nabe insbesondere eine Feinbearbeitung der die Welle eines Rotors aufnehmenden Bohrung der Nabe erfolgt und hinsichtlich der Anlagefläche des Trägerkörpers ein Planarisieren und gegebenenfalls Vorbehandeln hinsichtlich des nachfolgenden Aufbringens 54 der Ringscheibe erfolgt.

Die Ringscheibe ist vorzugsweise kohlenstoffhaltig oder besteht vollständig aus gesinterem Kohlenstoff, der die hinsichtlich der elektrischen Leitfähigkeit, Abriebfestigkeit und Resistenz erforderliche Morphologie und Körnigkeit aufweist. Der Innendurchmesser der Ringscheibe ist dabei vorzugsweise größer als der Durchmesser der Bohrung in der Nabe. Anschließend erfolgt ein Teilen 55 der Ringscheibe und des Trägerkörpers in Segmente, vorzugsweise durch einen einzigen Bearbeitungsvorgang, beispielsweise durch Trennschleifen oder Sägen. Der Trennschlitz reicht dabei durch die Ringscheibe und den Boden des topfförmigen Trägerkörpers bis in die sich an den Trägerkörper anschließende und an diesem anliegende Formmasse hinein. Durch das Teilen erfolgt die Vereinzelung der Segmente des Kommutators in elektrischer Hinsicht, d. h. die elektrisch leitfähigen Verbindungen zwischen den Segmenten werden durchtrennt. Nach wie vor sind die Segmente über die angeformte Nabe mechanisch fest miteinander verbunden.

Abschließend erfolgt das Beschichten 56 des Trägerkörpers mit einem gegen die reaktionsfördernde Umgebung resistenten Material, beispielsweise mit Zinn, Silber oder Chrom in einer Schichtdicke von 0,1 bis 10 μm , vorzugsweise 1 bis 3 μm . Dabei werden vorzugsweise alle freiliegenden Flächen des Trägerkörpers beschichtet, insbesondere die durch das Teilen des Trägerkörpers freiliegenden Flächen der metallischen Segmenttragteile. Die Beschichtung erfolgt vorzugsweise durch stromloses Abscheiden aus einer Lösung oder Suspension, d. h. ohne daß von außen eine Spannung zwischen dem zu beschichtenden Trägerkörper und der Lösung oder Suspension angelegt wird. Vor dem eigentlichen Beschichten erfolgt eine chemisch und/oder mechanische Reinigung, beispielsweise in einem Ultraschallbad, um Verunreinigungen

und Rückstände auf der Oberfläche der Segmenttragteile zu entfernen und um die Oberfläche für das Beschichten vorzubereiten. Anschließend können die im wesentlichen Kupfer enthaltenden Segmenttragteile in einer reduzierenden Atmosphäre vorbehandelt werden. Das eigentliche

5 Beschichten erfolgt vorzugsweise bei gegenüber der Raumtemperatur erhöhter Temperatur. In entsprechenden Lösungen oder Suspensionen können beispielsweise mit Abscheidedauern von unter einer Stunde Schichtdicken zwischen 1 und 3 μm erzielt werden. Dabei können eine

10 Vielzahl von Kommutator-Elementen in einem Arbeitsgang beschichtet werden. Anschließend an das Beschichten werden die Kommutatoren gespült und getrocknet.

Die Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel des Herstellverfahrens. Dabei wird bereits nach dem Ausspritzen 152 des Trägerkörpers unter

15 Bildung der Nabe der Trägerkörper in Segmenttragteile geteilt 155A. Anschließend erfolgt wie vorstehend beschrieben das Beschichten 156 der Segmenttragteile. Alternativ kann das Beschichten auch galvanisch bzw. elektrolytisch erfolgen, beispielsweise mit Silber in einer Schichtdicke von etwa 5 μm . Anschließend wird die Ringscheibe aufgebracht 154 und

20 abschließend in Ringsegmente geteilt 155B. Die Trennschlitzte in der Ringscheibe sind dabei gegenüber den Trennschlitzten im Trägerkörper vorzugsweise schmaler oder gleich breit, jedenfalls innerhalb dieser angeordnet. Alternativ oder ergänzend zum Beschichten 156 der Segmenttragteile unmittelbar nach dem Trennen 155A des Trägerkörpers

25 können die Segmenttragteile auch erst nach dem Trennen 155B der Ringscheibe in Ringsegmente wie vorstehend beschrieben beschichtet werden.

Die Fig. 3 zeigt eine Aufsicht auf die segmentierte Ringscheibe eines nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Kommutators 1 und die Fig. 4 zeigt einen Schnitt IV-IV durch den Kommutator 1 der Fig. 3.

- 5 Die Ringscheibe ist in acht Ringsegmente 2 geteilt, ebenso wie der Trägerkörper in acht Segmenttragteile 4 geteilt ist. An die Segmenttragteile 4 des Trägerkörpers ist die durch Ausspritzen gebildete Nabe 6 angeformt, welche eine zentrale Bohrung 6a für die Aufnahme einer (nicht dargestellten) Welle eines Rotors eines Motors oder eines Generators bildet.
- 10 Die Segmenttragteile 4 weisen an ihrer äußeren Umfangsfläche 4a einen Haken 4b für den elektrischen Anschluß einer Rotorwicklung auf. Außerdem weisen die Segmenttragteile 4 jeweils mindestens ein Ankerelement 4c für die feste Verbindung mit der Nabe 6 auf. Die äußere Umfangsfläche 4a entspricht in ihrem Durchmesser der äußeren
- 15 Umfangsfläche 2a der aus der Ringscheibe gebildeten Ringsegmente 2. Der Durchmesser der inneren Umfangsfläche 2d der Ringsegmente 2 entspricht im wesentlichen der inneren Umfangsfläche 4d der Segmenttragteile 4 oder ist geringfügig größer.
- 20 Die Verbindungs- und insbesondere Lotschicht 10 zwischen dem Segmenttragteil 4 und dem Ringsegment 2 ist beispielsweise 50 μm dick. Beim Teilen der Ringscheibe und des Trägerkörpers entstehen Trennschlitze 12, die bis in den Bereich der Nabe 6 hineinragen. Die durch das Teilen des Trägerkörpers freiliegenden Flächen 14 der im wesentlichen aus Kupfer
- 25 bestehenden Segmenttragteile 4 sind mit einer gegen die reaktionsfördernde Umgebung resistenten Beschichtung abgedeckt. Vorzugsweise werden auch die äußere Umfangsfläche 4a und die Haken 4b der Segmenttragteile 4 beschichtet. Dies ermöglicht eine bessere Verbindung der Segmenttragteile mit den Rotorwicklungen, insbesondere ein einfacheres Kontaktieren der

- Segmenttragteile über die äußere Umfangsfläche 4a beim Schweißen der Wicklungsenden an die Haken 4b. Demgegenüber sind vorzugsweise weder die als Bürstenlaufläche dienenden planen Oberflächen 2b noch die durch das Teilen freiliegenden Flächen 2c der Ringscheibe beschichtet.
- 5 Die Verbindungsschicht 10 zwischen den Segmenttragteilen 4 und den Ringsegmenten 2 ist dabei sowohl auf ihren durch das Teilen freigelegten Flächen 10b als auch auf ihrer inneren und äußeren Umfangsfläche 10a beschichtet.
- 10 Der in der Fig. 5 gegenüber der Fig. 4 vergrößert dargestellte Trennschlitz wurde durch Trennschleifen oder Sägen des Verbundes aus Nähe 6, die Segmenttragteile 4 bildender Trägerkörper und die Ringsegmente 2 bildende Ringscheibe in einem Arbeitsgang hergestellt. Der Schlitz ist typischerweise einige Zehntelmillimeter breit und einige Millimeter tief.
- 15 Insbesondere durch das Beschichten mittels stromlosem Abscheiden aus einer beispielsweise zinnhaltigen Lösung oder Suspension läßt sich eine ausreichend resistente, dicke und dichte selektive Beschichtung der durch das Trennen freigelegten Flächen 14 der Segmenttragteile 4 und gegebenenfalls der Verbindungsschicht 10 erzielen.
- 20 Die Fig. 6 zeigt eine der Fig. 5 entsprechende Ansicht eines nach dem alternativen Herstellverfahren gemäß Fig. 2 hergestellten Kommutators. Dabei wurde zunächst mit einem ersten, breiteren Schlitz 112a der Trägerkörper in die Segmenttragteile 104 geteilt, anschließend die Ringscheibe mittels der Verbindungsschicht 110 aufgebracht und
- 25 abschließend die Ringscheibe durch einen zweiten, schmaleren und auf den ersten ausgerichteten Schlitz 112b in die Ringsegmente 102 geteilt. Die (nicht dargestellte) Beschichtung der durch das Teilen freiliegenden Flächen 114 der Segmenttragteile 104 und gegebenenfalls der freiliegenden Fläche 110b der Verbindungsschicht 110 kann dabei entweder vor oder

nach dem Aufbringen der Ringscheibe erfolgen. Alternativ kann die Verbindungsschicht 110 nicht bündig mit den Ringsegmenten 102, sondern bündig mit den Segmenttragteilen 104 abschließen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Plankommutators (1), bei dem ein metallischer und Segmenttragteile (4; 104) bildender Trägerkörper
 - mit einer aus einem elektrisch isolierenden Werkstoff gebildeten Nabe (6) versehen (52; 152) wird,
 - 5 - mit einer in einer reaktionsfördernden Umgebung resistenten Ringscheibe (54; 154) elektrisch leitend und mechanisch fest verbunden wird,
 - in Segmenttragteile (4; 104) geteilt (55; 155A) wird,
 - die Ringscheibe in Ringsegmente (2; 102) geteilt (55; 155B) wird,
 - 10 - und die durch das Teilen des Trägerkörpers freiliegenden Flächen der metallischen Segmenttragteile mit einer gegen die Umgebung resistenten Beschichtung beschichtet werden, dadurch gekennzeichnet,
 - 15 - daß die Beschichtung durch stromloses Abscheiden erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Abscheiden aus einer Lösung oder Suspension erfolgt.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringscheibe (54; 154) kohlenstoffhaltig ist.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Trägerkörper nach dem Verbinden mit der Ringscheibe in Segmenttragteile (4; 104) geteilt wird, insbesondere
25 daß das Teilen der Ringscheibe und das Teilen des Trägerkörpers in

einem Schritt erfolgt, vorzugsweise durch Trennschleifen oder Sägen des Verbundes aus Trägerkörper und Ringscheibe.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung selektiv nur auf den Flächen der Segmenttragteile (4; 104) erfolgt.
5
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung mit Zinn, Silber oder Chrom erfolgt.
10
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichtdicke zwischen 0,1 und 10 μm beträgt.
15
8. Kommutator hergestellt gemäß einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Nabe (6) im Bereich der Teilung an dem Trägerkörper anliegt.
- 20 9. Kommutator nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Nabe (6) eine vollständige Abdeckung einer zylindrischen Begrenzungsfläche einer zentralen Bohrung (6a) des Trägerkörpers für die Aufnahme einer Welle eines Rotors eines Motors oder eines Generators bildet.
- 25 10. Elektromotor zum Antrieb einer Kraftstoffpumpe mit einem Kommutator hergestellt gemäß einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die stromlos und vorzugsweise aus einer Lösung oder Suspension abgeschiedene

Beschichtung resistent gegen einen aus nachwachsenden
Rohstoffen gewonnenen Kraftstoff ist.